

PAT-NO: JP361248006A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61248006 A

TITLE: OPTICAL DEMULTIPLEXER

PUBN-DATE: November 5, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ISHIDA, KOJI

MATSUMURA, HIROYOSHI

IMOTO, KATSUYUKI

MAEDA, MINORU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP60088558

APPL-DATE: April 26, 1985

INT-CL (IPC): G02B006/12

US-CL-CURRENT: 385/14

ABSTRACT:

PURPOSE: To form a waveguide type optical demultiplexer by embedding a prism consisting of a material having large refractive index distribution into a material having small refractive index distribution.

CONSTITUTION: This multiplexer has the prism part 23 consisting of a GaAs substrate 21, a $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ epitaxial film 22, and a GaAs epitaxial film. An incident light signal 24 of three different wavelengths ($\lambda = 0.8, 1.1, 1.3\mu\text{m}$) is separated to signal light 25∼27. More specifically, the refractive index dispersion of the optical

waveguide and the
prism part 23 can be freely selected according to the compsn. thereof
and
therefore the separating power of the light signal of the different
wavelengths
is increased.

COPYRIGHT: (C)1986, JPO&Japio

⑫ 公開特許公報 (A) 昭61-248006

⑬ Int.Cl.⁴
G 02 B 6/12識別記号 庁内整理番号
8507-2H

⑭ 公開 昭和61年(1986)11月5日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光分波器

⑯ 特願 昭60-88558

⑰ 出願 昭60(1985)4月26日

⑱ 発明者 石田 宏司 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発明者 松村 宏善 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 発明者 井本 克之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 発明者 前田 稔 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉒ 出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代理人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

発明の名称 光分波器

特許請求の範囲

1. 光路中に設けたプリズムによって異なる波長

の光を分離する光分波器においてプリズムを構成する材料としてGaAs系結晶、In-P系結晶などの化合物半導体結晶を用いたことを特徴とする光分波器。

2. 特許請求の範囲第1項記載の光分波器において上記プリズムを構成する材料が使用波長領域において該材料よりも屈折率分散の小さな物質によって囲まれていることを特徴とする光分波器。

3. 特許請求の範囲第1項記載の光分波器において上記プリズムを構成する部分とそれ以外の光導波路部分との組成が異なることを特徴とする光分波器。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は波長多重光通信システムにおいて異波

長の光信号を分離する光分波器に係り、特に他の光部品と集積化が可能な導波路型の光分波器に関する。

〔発明の背景〕

異なる波長の光が混在する波長多重光通信システムにおいては所望の波長の光を分離して取り出す機能を持つ光分波器が必要である。そしてこの光分波器は将来受光器などの他の光部品とのモノリシックな集積化の可能なことが望まれている。バルク型の光分波器の一方式としてプリズムを用いたものが数多く提案されている。また光導波路型のプリズムは、たとえば文献「光集積回路の2層構造および薄膜プリズム、レンズ、反射器の形成」応用物理レター（米国誌）第24巻、第547頁、1974年（“Two-Layer Construction of Integrated Optical Circuits and Formation of Thin Film Prisms,Lenses and Reflectors” Appl. Phys. Lett. 24, 547, 1974）に報告されている。この報告では第1図に示すごとく平面型光導波路においてプリズムとなる部分の光導波路の厚さを厚

くして等価的にその部分の屈折率差を高め、それによってプリズムとしての機能を持たせている。しかしながらこのような光導波路型プリズムにおいては光導波路材料の屈折率分散とプリズム部分との屈折率分散がほとんど同じなのでバルク型のプリズムとは異なり異波長の光信号の分離能力は非常に小さい。

[発明の目的]

本発明の目的は上に述べたような欠点を除去するため、屈折率分散の小さな材料の中に屈折率分散の大きな材料からなるプリズムを埋め込むことによって異波長信号の分離能力の十分に大きい導波路型光分波器を提供することにある。

[発明の概要]

第2図のごとく屈折率 n_1 の媒質Ⅰから屈折率 n_2 の媒質Ⅱに θ_1 なる入射角で入射し、 θ_2 なる出射角で光が出射した場合を考える。このとき光分波器の分波能力は θ_2 の波長に対する微係数 $d\theta_2/d\lambda$ で表わされる。 θ_2 は波長 λ に対して定数と考えて良から $d\theta_2/d\lambda$ は簡単な計算

によつて

$$\frac{d\theta_2}{d\lambda} = \frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} \frac{n_1 \frac{dn_2}{d\lambda} - n_2 \frac{dn_1}{d\lambda}}{n_2^2} \quad (1)$$

となる。したがつて第1図のごとく形状のみの変化によつて等価屈折率差をつけている場合には $dn_2/d\lambda \approx dn_1/d\lambda$ であり、 $d\theta_2/d\lambda$ は

$$\frac{d\theta_2}{d\lambda} = \frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} \frac{n_1 - n_2}{n_2^2} \frac{dn_1}{d\lambda} \quad (2)$$

と近似できる。 n_1 と n_2 の差は通常 10^{-3} のオーダーであるから、形状の変化によつてプリズムを構成している場合には、分波能力は非常に小さくなる。(1)式から n_1 と n_2 の波長分散の差が大きければ大きい程 $d\theta_2/d\lambda$ は大となることが結論できる。 $dn_1/d\lambda$ と $dn_2/d\lambda$ との符号が逆転する場合には $d\theta_2/d\lambda$ はさらに大きくなる。

化合物半導体結晶は近赤外領域に吸収端を有し、その位置は組成によつて異なる。一般に吸収端の近くでは屈折率の分散は大となる。第2図に高純

度GaAs結晶の屈折率の波長依存性を示す。

$0.86\text{ }\mu\text{m}$ の吸収端の近くでは屈折率の分散が大となつており、ピークの両側ではその微係数が逆転している。そしてこの屈折率分散のようすは組成によつて大きく変わる。同じ図に $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ の場についても示してある。波長 $0.85\text{ }\mu\text{m}$ においてはGaAsと GaAlAs の $dn/d\lambda$ の符号が逆転しているので、 GaAlAs で作製した光導波路の中にGaAsを埋め込んでプリズムとした光分波器においては、同波長領域での光分波能力を非常に大きくとることが可能となる。

[発明の実施例]

以下本発明の実施例を図面を用いて説明する。

実施例1

第4図は本発明の1実施例を示したもので21はGaAs基板、22は $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ エピタキシャル膜、23はGaAsエピタキシャル膜から成るプリズム部、24は3つの異なる波長($\lambda = 0.8, 1.1, 1.3\text{ }\mu\text{m}$)の入射光信号、25, 26, 27は各々分離された信号光である。この

光分波器は次のようにして作製した。市販の

GaAs基板に $\text{Ga}_{0.7}\text{Al}_{0.3}\text{As}$ を $4\text{ }\mu\text{m}$ 成長した後、プリズムの部分を除いてフォトレジストを形成し、これをマスクとして反応性イオンエッティングで GaAlAs 層を取り去り、次いでGaAsを $7\text{ }\mu\text{m}$ 成長した後、化学エッティングでプリズム部以外のGaAsを取り去つて光分波器を作製した。

これに対し、GaAs層をエピタキシャル成長させた後第1図のごとくGaAs層の1部の高さを高としてプリズムを形成した光分波器に、上の例と同様に異波長の光信号を入射したところ、プリズムからの出射光は波長による明確な分離を示さなかつた。

実施例2

第4図と同様にして光分波器を作り、分離された光信号の出射光路の1部にZnを拡散し、n型結晶中にp型領域を形成し、第5図のごとく接合型光電池による光検出部を形成した。p型領域の表面にAl電極を蒸着し、さらに基板の裏面にAlによる電極を同じく蒸着で形成した。こうし

て薄膜光分波・検出器を作製した。これに実施例1と同じく $\lambda = 0.8, 1.1, 1.3 \mu\text{m}$ の3種の光からなる入射光から導入したところ、各々の波長に対応する光検出器から、入射光信号に対応した電気信号を取り出すことができた。

[発明の効果]

以上本発明によれば、光導波路とプリズム部の屈折率分散を、その組成によって自由に選択できるので異波長の光信号の分離能力を大とすることができる。実用的な光分波器と容易に作製できる。また化合物半導体は受光器をも容易に構成できるので光分波器と受光器とがモノリシックに集積された集積型光分波器をも容易に作製可能となる。

以上GaAs系消費料を用いた場合について説明したが同様の効果はInP系結晶など他の化合物半導体結晶においても得られることは明らかである。

図面の簡単な説明

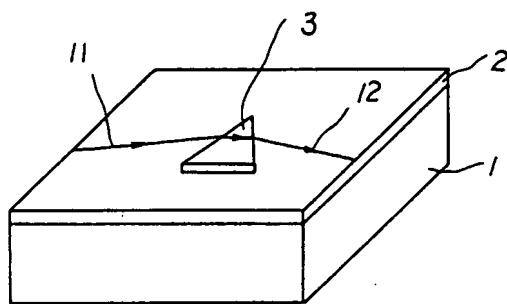
第1図は従来の導波路型光プリズムの概観図。
第2図は異なる媒質の境界での光の屈折を表す図。

第3図はGaAs結晶の屈折率の波長依存性を示す図。第4および第5図は本発明による光分波器の概観図である。

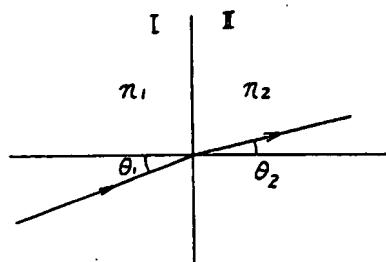
1…基板、2…平面光導波器、3…プリズム部、
11…入射光、12…出射光、21…GaAs基板、
22…Ga_{0.7}Al_{0.3}Asエピタキシャル膜、
23…GaAsエピタキシャル膜からなるプリズム部、
24…入射光信号、25, 26, 27…分離された光信号、31…光検出部。

代理人 弁理士 小川勝男

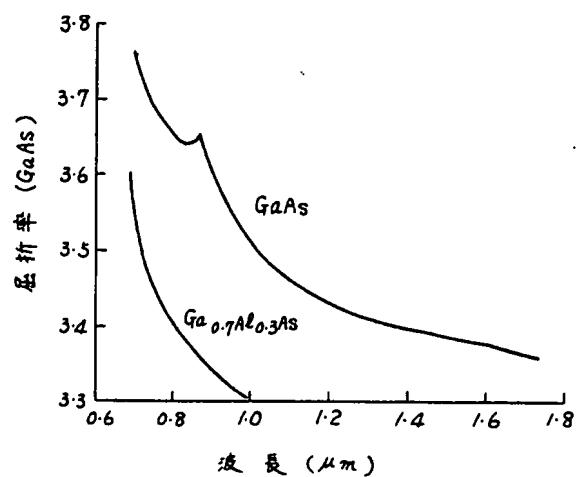
第 1 図



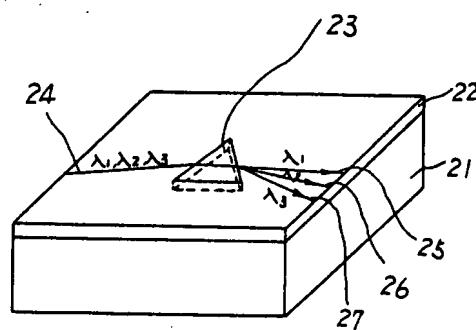
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

